

# Perancangan Simulasi Operasi Angkutan Batubara Berbasis *Web Programming* (Studi Kasus: Pendangkalan di Sungai Barito)

Penulis Jauhari Alafi, Setyo Nugroho, dan Firmanto Hadi

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: [snugroho@na.its.ac.id](mailto:snugroho@na.its.ac.id)

**Abstrak**—Batubara di PT. ZXC diangkut dari dermaga tambang melalui Sungai Barito menggunakan tongkang untuk kemudian di transitkan ke *mother vessel*. Kendala yang dialami oleh tongkang adalah ketika musim kemarau level air sungai Barito turun drastis, apalagi di daerah dekat hulu sungai. Pada saat hal itu terjadi, sungai yang biasanya bisa dilewati oleh tongkang hingga kapasitas 5.000 ton, hanya bisa dilewati tongkang tersebut apabila mengurangi muatannya hingga 2.000 ton saja. Bahkan ketika pada kondisi level air terendah, tongkang-tongkang tidak bisa melaluinya sama sekali. Berdasarkan hasil simulasi, skenario terbaik bagi PT. ZXC dalam mencapai target penjualan sebesar 2,5 juta ton adalah dengan tetap mengoperasikan seluruh tongkang yang ada pada saat terjadi pendangkalan, meskipun tongkang tidak dapat berlayar dengan muatan penuh. Karena total biaya untuk opsi 1 (tidak ada pengangkutan pada saat sungai dangkal) adalah sebesar Rp 81.046.464.410, sedangkan total biaya untuk opsi 2 (ada pengangkutan pada saat terjadi pendangkalan) adalah Rp 55.091.040.758.

**Kata Kunci**—Pendangkalan, perencanaan armada, simulasi, *stockpile*, tongkang

## I. PENDAHULUAN

KALIMANTAN sebagai daerah tambang terbesar di Indonesia memiliki kondisi geografis yang cukup unik. Batubara di sana umumnya berada di daerah pedalaman yang jauh dari lautan. Padahal untuk mengangkut batubara menuju konsumen, diperlukan moda transportasi laut berupa *bulk carrier* atau tongkang-tongkang berkapasitas besar. Oleh karena itu di Kalimantan khususnya Kalimantan Selatan, cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengangkut batubara tersebut melalui sungai Barito menggunakan alat transportasi berupa tongkang.

Ketika pengangkutan batubara oleh tongkang lancar, maka penjualan akan lancar juga. Sehingga target produksi dan target penjualan tidak akan memiliki selisih yang besar. Namun ketika pengangkutan terganggu maka target penjualan akan sulit tercapai, selain itu konsumen akan sangat dirugikan mengingat supply batubara tidak boleh berhenti atau tertunda.

Karena itu diperlukan analisis dan perencanaan yang akurat untuk meminimalisir ketidak lancaran transportasi batubara selama melintasi sungai Barito mengingat kondisi sungai yang tidak selalu bisa dilalui. Ketika musim kemarau level air sungai Barito turun drastis, apalagi di daerah dekat hulu sungai. Pada saat hal itu terjadi, sungai yang biasanya bisa

dilewati oleh tongkang hingga kapasitas 5.000 ton, hanya bisa dilewati tongkang tersebut apabila mengurangi muatannya hingga 2.000 ton saja. Bahkan ketika pada kondisi level air terendah, tongkang-tongkang tidak bisa melaluinya sama sekali.

## II. KONSEP DAN METODE

### A. Simulasi

Simulasi merupakan proses aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem, atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan [1].

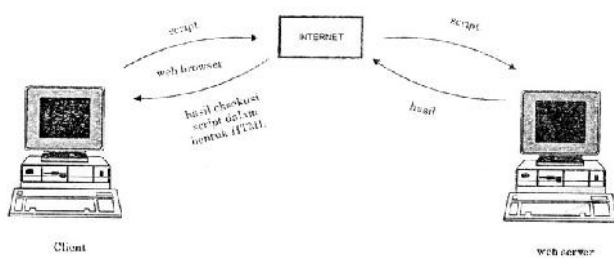
### B. Pemrograman Berbasis Web

Sebuah *website* dapat dikategorikan menjadi dua yaitu *website* statis dan *website* dinamis. *Web* statis adalah *web* yang menampilkan informasi-informasi yang sifatnya tetap, sedangkan *web* dinamis adalah *web* yang menampilkan informasi serta dapat berinteraksi dengan *user* secara dinamis. Sehingga untuk membuat *web* dinamis dibutuhkan kemampuan pemrograman *web*. Dalam pemrograman *web* ada 2 kategori:

- 1) *Server - side programming*
- 2) *Client - side programming*

Pada *server-side programming*, perintah-perintah program (*script*) dijalankan di *web server* (*server* yang memproses data), kemudian hasilnya dikirimkan ke *browser* dalam bentuk HTML (berupa tampilan saja).

Sedangkan pada *client-side programming* perintah program dijalankan di *web browser* (kegiatan *processing* dilakukan oleh *web browser*), sehingga ketika *user* meminta dokumen yang mengandung *script*, maka *script* tersebut akan diunduh dari *server* kemudian dijalankan di *browser* yang bersangkutan [2].



Gambar 1. Server-side Programming

Pada perancangan simulasi ini bahasa pemrograman yang digunakan tergolong kedalam *server-side programming*, yaitu PHP sebagai *processor* dan MySQL sebagai *database*.

### C. Pola Transportasi Batubara

Secara umum angkutan batubara dapat dibagi dalam beberapa segmen, yaitu:

- 1) Lokasi tambang → pelabuhan tambang (*mine port*) atau pelabuhan muat (*loading port*),
- 2) Pelabuhan muat → pelabuhan tujuan (*destination port*) atau ke lokasi transit (*transshipment point*),
- 3) *Transshipment point* → pelabuhan tujuan [3], [4].

Dalam penelitian ini batubara ditambang dari area konsesi di Kalimantan Tengah, kemudian batubara dibawa ke *stockpile* (SP), yaitu sebuah *mine port*. Setelah dari SP batubara kemudian diangkut menggunakan tongkang untuk disimpan lagi di *intermediate stockpile* (ISP). Setelah dari ISP baru kemudian batubara diangkut menggunakan tongkang dengan kapasitas yang lebih besar untuk dibawa ke *transshipment point* atau langsung ke pelabuhan tujuan.

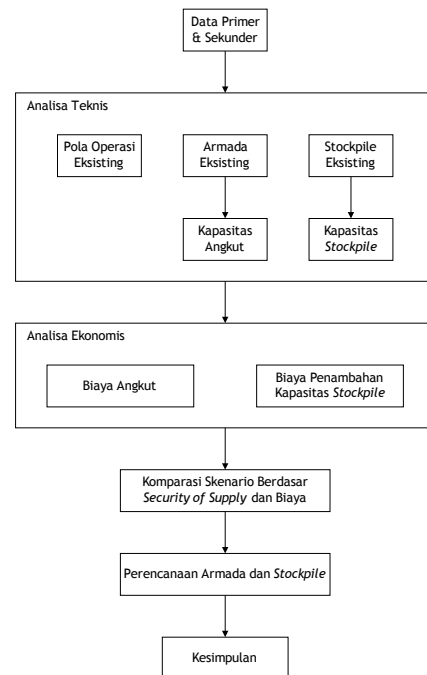
Dalam kasus ini ada dua buah *stockpile*, yaitu *stockpile tambang* dan *intermediate stockpile*. Hal ini karena pada rute SP – ISP selalu terjadi pendangkalan setiap musim kemarau tiba. Jadi adanya ISP ini untuk mengatasi permasalahan tersebut, karena suplai batubara untuk konsumen tidak boleh terhenti.

### D. Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari:

- 1) Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan wawancara langsung dari pihak terkait. Dalam hal ini pengambilan data primer dilakukan di PT. ZXC dan PT. QWE di Kalimantan Selatan.
- 2) Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur, paper, jurnal, dan internet guna menunjang data yang dibutuhkan.

### E. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian



Gambar 2. Diagram alir pengerjaan penelitian

## III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. Perencanaan Produksi

Berdasar data kapasitas produksi eksisting didapatkan bahwa persebaran produksi tiap-tiap bulan tidak merata karena pada bulan Juni hingga Oktober rute pelayaran SP - ISP mengalami pendangkalan akibat menurunnya level air sungai Barito hingga berada dibawah 4 meter. Akibatnya suplai batubara ke *intermediate stockpile* menurun. Apabila produksi terus sama seperti pada bulan-bulan sebelumnya, maka *stockpile* akan mengalami *over capacity* karena *cargo inflow* dan *cargo outflow* tidak sebanding.

Pada kondisi eksisting produksi disesuaikan dengan kondisi pendangkalan, namun pada simulasi kapasitas produksi dibuat merata disesuaikan dengan target penjualan. Hal ini dilakukan karena produksi digunakan sebagai *input*, sedangkan *output*-nya adalah perencanaan armada dan peningkatan kapasitas *stockpile* maupun *intermediate stockpile*.

$$\text{Produksi} = \text{Target penjualan} \div 12 \quad (1)$$

### B. Skenario

Ada dua skenario untuk mengatasi permasalahan pendangkalan yang terjadi pada rute SP - ISP.

- 1) Tidak ada pengangkutan dari SP menuju ISP ketika sungai mengalami pendangkalan. Yang mungkin dilakukan adalah meningkatkan kapasitas *stockpile* maupun *intermediate stockpile*.
- 2) Ada pengangkutan menggunakan armada *tug-barge* eksisting untuk rute SP - ISP ketika sungai mengalami pendangkalan.

### C. Perhitungan Kebutuhan Armada

Berdasarkan hasil skenario 1 dan 2, diketahui bahwa ketika

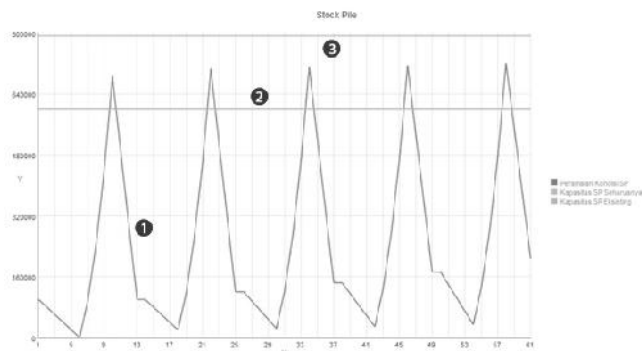
target penjualan batubara diatas 1.420.800 ton/tahun maka diperlukan penambahan jumlah armada untuk memenuhi target penjualan.

Berdasarkan data teknis tongkang, pelabuhan, dan rute pelayaran, dihitung (*Round Trip Days*) RTD untuk mengetahui jumlah muatan per bulan yang dapat diangkut oleh tiap-tiap jenis tongkang.

Kemudian untuk mengetahui berapa kebutuhan armada tambahan agar armada memenuhi target penjualan digunakan rumus

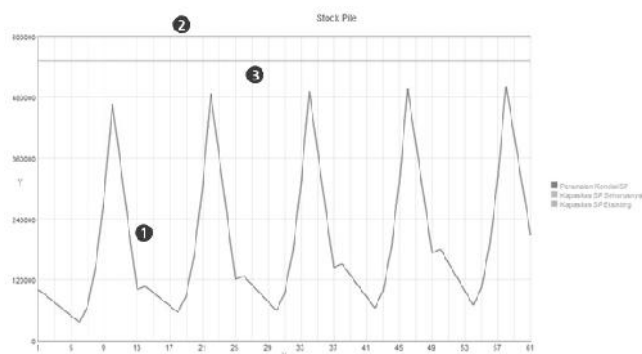
$$KebutuhanBPA + \sum Bngangkutan - an \text{ Pengangkutan} - Armada_{eksisting} \quad (2)$$

#### D. Perhitungan Kebutuhan SP dan ISP



Gambar 3. Kondisi *stockpile* pada target penjualan 2.500.000 ton, periode 5 tahun, skenario 1

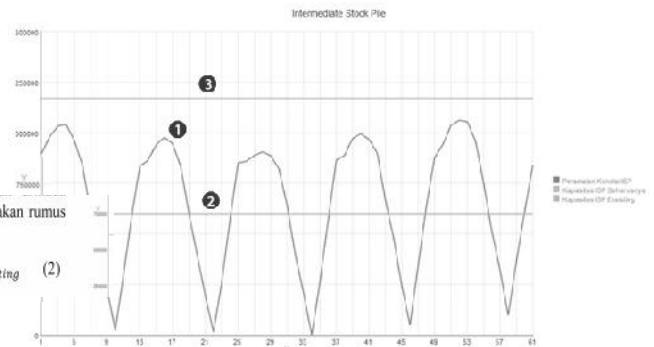
Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa kurva 1 adalah proses pergerakan batubara yang ada di dalam *stockpile*, dan memotong garis 2 (kapasitas *stockpile* eksisting) yang menunjukkan kapasitas sebesar 600.000 ton, maka berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan perluasan kapasitas menjadi 793.000 ton. Sehingga pada kasus skenario 1 target penjualan 2.500.000 ton selama periode simulasi 5 tahun dibutuhkan penambahan kapasitas *stockpile* sebesar 193.000 ton.



Gambar 4. Kondisi *stockpile* pada target penjualan 2.500.000 ton, periode 5 tahun, skenario 2

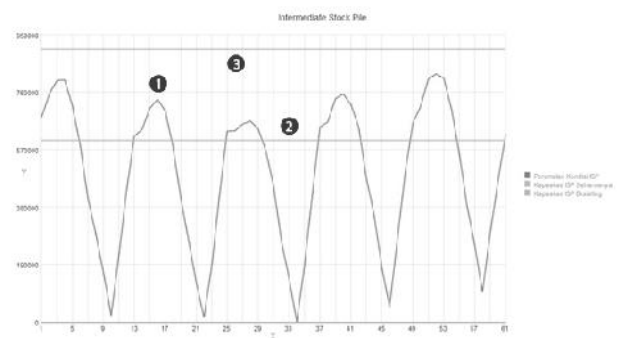
Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa kapasitas *stockpile* yang direncanakan menunjukkan posisi 552.000 ton (garis 3) dan masih berada dibawah kapasitas *stockpile* eksisting. Maka pada kasus skenario 2 target penjualan 2.500.000 ton selama

periode simulasi 5 tahun tidak dibutuhkan penambahan kapasitas *stockpile*.



Gambar 5. Kondisi *intermediate stockpile* pada target 2.500.000 ton, periode 5 tahun, skenario 1

Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa kurva 1, yaitu proses pergerakan batubara yang ada di dalam *intermediate stockpile*, memotong garis 2 (kapasitas *intermediate stockpile* eksisting) yang besarnya 600.000 ton, maka berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan peningkatan kapasitas *intermediate stockpile* hingga mencapai 1.170.000 ton. Sehingga selisih perluasan garis 3 (kapasitas *intermediate stockpile* yang direncanakan) terhadap garis 2 pada kasus skenario 1 target penjualan 2.500.000 ton selama periode simulasi 5 tahun adalah sebesar 670.000 ton.



Gambar 6. Kondisi *intermediate stockpile* pada target 2.500.000 ton, periode 5 tahun, skenario 2

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa kurva 1 memotong garis 2, maka berdasarkan hasil perhitungan skenario 2 yaitu target penjualan 2.500.000 ton selama periode simulasi 5 tahun, diperlukan penambahan kapasitas *intermediate stockpile* sebesar 302.000 ton.

#### E. Perhitungan Total Biaya

Perhitungan total biaya didapat dari penjumlahan antara biaya total penjualan digunakan dengan biaya penambahan *stockpile* dan *intermediate stockpile*.

$$Total Armada_{eksisting} BPA + \sum BP SP + \sum BP ISP = \sum BP \quad (3)$$

Dimana:

BPA = Biaya Penambahan Armada

BP SP = Biaya Perluasan kapasitas *Stockpile*

BP ISP = Biaya Perluasan kapasitas *Intermediate Stockpile*

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa biaya penambahan armada yang diperlukan dalam satu tahun adalah sebesar Rp 58.392.303.810, biaya peningkatan kapasitas *stockpile* sebesar Rp 8.108.615.200, dan biaya perluasan kapasitas *intermediate stockpile* sebesar Rp 15.535.131.800, maka,

Total Biaya = Rp 58.392.303.810 + Rp 8.108.615.200 + Rp 15.535.131.800 = Rp 82.036.050.810

Jadi berdasar hasil simulasi yang dirancang, total biaya tambahan yang dibutuhkan oleh PT. ZXC untuk merealisasikan target penjualan 2.500.000 ton menggunakan skenario 1 adalah sebesar Rp 82.036.050.810 per tahun.

Sedangkan untuk skenario 2 diperoleh bahwa biaya penambahan armada yang diperlukan dalam satu tahun adalah sebesar Rp 45.000.530.058, kemudian tidak ada biaya peningkatan kapasitas *stockpile*, karena batubara di *stockpile* sebelum terjadi pendangkalan tidak perlu di suplai sebanyak-banyaknya untuk mengantisipasi periode pendangkalan (seperti yang dilakukan pada skenario 1), dan biaya perluasan kapasitas *intermediate stockpile* sebesar Rp 10.091.332.500, maka,

Total Biaya = Rp 45.000.530.058 + Rp 0 + Rp 10.091.332.500 = Rp 55.091.862.558

Jadi berdasar hasil simulasi yang dirancang, total biaya tambahan yang dibutuhkan oleh PT. ZXC untuk merealisasikan target penjualan 2.500.000 ton menggunakan skenario 2 adalah sebesar Rp 55.091.862.558 per tahun.

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan simulasi yang dikembangkan didapatkan bahwa total biaya untuk opsi tidak ada pengangkutan pada saat sungai dangkal adalah sebesar Rp 81.046.464.410, sedangkan total biaya untuk opsi ada pengangkutan pada saat terjadi pendangkalan adalah Rp 55.091.040.758. Sehingga skenario terbaik bagi PT. ZXC dalam mencapai target penjualan sebesar 2,5 juta ton adalah dengan memilih opsi 2, yaitu dengan tetap mengoperasikan tongkang-tongkang yang ada pada saat terjadi pendangkalan meskipun tongkang tidak dapat berlayar dengan muatan penuh.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih jauh untuk mengatasi permasalahan transportasi laut yang lain. Misalnya untuk memecahkan masalah cuaca buruk yang mengakibatkan tongkang-tongkang yang memuat batubara untuk pembangkit listrik di Jawa tidak dapat berlayar.

- 2) *Programmer* Febrianto Arif Rahman yang banyak membantu penulis dalam pembuatan simulasi berbasis *web* ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Suryani, *Pemodelan & Simulasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu (2006).
- [2] Sutarman, *Membangun Aplikasi Web dengan PHP & MySQL* (edisi 2). Yogyakarta: Graha Ilmu (2007).
- [3] Indonesian Coal Mining Association, *Indonesian Coal Book 2006/2007*. Petromindo.com (2006).
- [4] Indonesian Coal Mining Association, *Indonesian Coal Book 2008/2009*. Petromindo.com (2008).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Zulfikar Affi F. sebagai pembimbing dan perwakilan PT. ZXC, dan PT. QWE yang telah membantu memperdalam konsep, strategi, dan pengumpulan data.